

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-257646

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl. H04B 10/17
 H04B 10/16
 H01S 3/094
 H01S 3/10
 H01S 3/131
 H04J 14/00
 H04J 14/02

(21)Application number : 2000-068694

(71)Applicant : NEC MIYAGI LTD

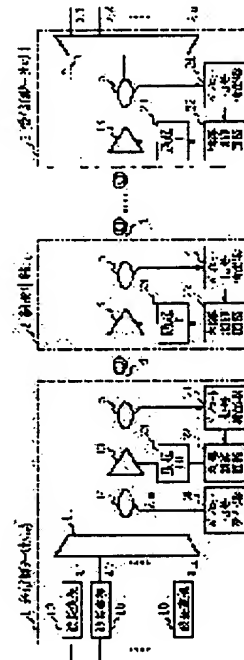
(22)Date of filing : 13.03.2000

(72)Inventor : KOBAYASHI KIYOTO

(54) OPTICAL AMPLIFIER AND WAVELENGTH MULTIPLEX OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM PROVIDED WITH THE OPTICAL AMPLIFIER**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a control method for an optical amplifier, which can cope with both rapid and large fluctuations in the number of multiplex wavelengths and fluctuation in a transmission line loss and to provide a WDM system using it.

SOLUTION: The WDM(wavelength division multiplex) system of this invention adopts the optical amplifier that has a gain with respect to a WDM signal light obtained by applying wavelength division multiplex to a plurality of optical signals with different wavelengths, and detects a low frequency signal amplitude of a pilot light amplitude-modulated by a low frequency signal superimposed in advance on a WDM signal light at its output stage so as to control the gain of the WDM signal through its level constant control.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 15.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.11.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-257646
(P2001-257646A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | ターミナル* (参考) |
|-----------------------------------|-------|---------------|-------------|
| H 0 4 B | 10/17 | H 0 1 S 3/10 | Z 5 F 0 7 2 |
| | 10/16 | 3/131 | 5 K 0 0 2 |
| H 0 1 S | 3/094 | H 0 4 B 9/00 | J |
| | 3/10 | H 0 1 S 3/094 | S |
| | 3/131 | H 0 4 B 9/00 | E |
| 審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 5 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2000-68694 (P2000-68694)

(22) 出願日 平成12年3月13日 (2000.3.13)

(71) 出願人 000161253

宮城日本電気株式会社

宮城県黒川郡大和町吉岡字雷神2番地

(72) 発明者 小林 清人

宮城県黒川郡大和町吉岡字雷神2番地 宮
城日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム (参考) 5F072 JJ20 MM03 MM12 PP07 YY17

5K002 AA01 AA03 AA06 BA04 BA05

BA13 CA09 CA13 CA14 DA02

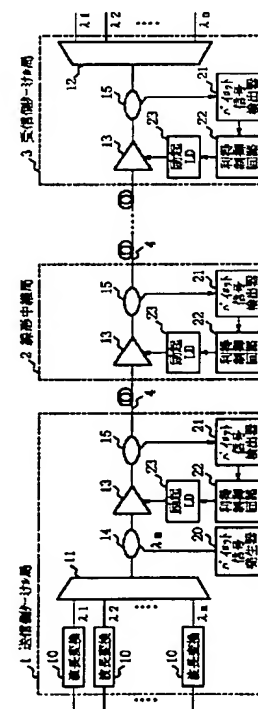
FA01

(54) 【発明の名称】 光増幅器および該光増幅器を備えた波長多重光通信システム

(57) 【要約】

【課題】 多重波長数の急激かつ大きな変動と伝送路損失変動の両方に対応できる光増幅器の制御とこれを用いたWDMシステム。

【解決手段】 本発明によるWDM (波長分割多重) システムは、複数の異なる波長の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光に対する利得を有し、WDM信号光にあらかじめ重畳されている低周波信号によって振幅変調されているパイロット光の低周波信号振幅をその出力段で検出してレベル一定制御を行うことでWDM信号光の利得を制御する光増幅器を適用する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長多重信号光を光直接増幅する光増幅器であって、低周波信号による強度変調を受けかつ前記波長多重信号光とは異なる波長の光波を光入力端において前記波長多重信号光に多重化する手段と、光出力端から分岐された光出力に含まれる前記低周波信号の振幅が一定になるように前記光増幅器の増幅利得を制御する手段を備えることを特徴とする光増幅器。

【請求項 2】 波長多重信号光と低周波信号による強度変調を受けかつ前記波長多重信号光に多重化された前記波長多重信号光とは異なる波長の光波とを光直接増幅し、光出力端で分岐された光出力に含まれる前記低周波信号の振幅が一定になるように前記光増幅器の増幅利得を制御する手段を備えることを特徴とする光増幅器。

【請求項 3】 前記低周波信号による強度変調を受けかつ前記波長多重信号光とは異なる波長の光波を光入力端において前記波長多重信号光に多重化する手段が、後方光モニタ手段を有し前記波長多重信号光とは異なる波長の光波を発振するレーザ光源と、該レーザ光源を前記低周波信号による強度変調を行って駆動する光源駆動手段と、前記後方光モニタ手段の出力から前記低周波信号振幅を検出し該低周波信号振幅が一定となるように前記光源駆動手段を制御する制御手段を備えることを特徴とする前記請求項 1 記載の光増幅器。

【請求項 4】 前記光出力端で分岐された光出力に含まれる前記低周波信号の振幅が一定になるように前記光増幅器の増幅利得を制御する手段が、前記光出力端で分岐された光出力を受光する手段と、前記光増幅器の光増幅を励起する手段と、前記受光手段の出力から前記低周波信号振幅を検出し該低周波信号振幅が一定となるように前記光増幅を励起する手段を制御する制御手段を備えることを特徴とする前記請求項 1 及び 2 記載の光増幅器。

【請求項 5】 縦続に接続された光増幅器を有する波長多重光通信システムであって、前記光増幅器の増幅利得制御用に低周波信号による強度変調を受けかつ前記波長多重信号光とは異なる波長の光波を多重化する手段と、前記複数の光増幅器の各出力端で分岐された光出力に含まれる前記低周波信号の振幅が一定になるように前記光増幅器の増幅利得を制御する手段を備えることを特徴とする波長多重光通信システム。

【請求項 6】 波長異なる複数の信号光を合波する手段と前記請求項 1 記載の光増幅器を備える光送信器と、前記請求項 2 記載の光増幅器を備え多段に縦続接続された光中継器と、前記請求項 2 記載の光増幅器と前記信号光を分波する分波器を有した光受信器を備えることを特徴とする波長多重光通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光増幅器並びにこ

の光増幅器を備えた波長多重光通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 WDM (Wave Division Multiplexing) は波長の違う光信号を複数多重して伝送容量を増やす光伝送技術である。WDM システム用光増幅器では単一波長の光伝送システム用光増幅器と違い、多重された波長数に応じて利得を自動調整しなければならない。すなわち伝送路の損失変動に対しては出力レベル一定制御 (ALC: Automatic Level Control)、多重波長数の変動に対しては利得一定制御 (AGC: Automatic Gain Control) という相反する 2 種類の制御法を両立させなければならない。図 4 に従来の n 波多重の WDM のシステムのうち、最もトポロジ的に単純な 2 点間の接続 (Point to Point) システムの概略図を示す。送信側ターミナル局 1 は n 個の波長変換器 10 と波長の違う n 波の光信号を多重する波長多重器 11、そして光増幅器 13 からなる。光増幅器 13 は常に 1 波あたりの平均の光出力パワーレベルが一定になるように制御されている。したがって、多重する波長数が同じならば、光増幅器 13 からの光多重信号のトータルの出力パワーレベルは常に一定である。光伝送路 4 を通って減衰した WDM 信号光は線形中継局 2 の光増幅器 13 で増幅され次の伝送路 4 に出力される。最後に受信側のターミナル局 3 では、光増幅器 13 によって、減衰して伝送されてきた光信号を、光受信器の受信可能なレベルまで増幅し、波長分離器 12 を用いて各波長に分離する。従来このようなシステムの光増幅器の制御として、大きく分けて以下に述べる 2 通りの制御法があった。第 1 の方法は、光増幅器制御の基本は ALC として何らかの形で多重波長数の情報を ALC の光増幅器出力レベル目標値に反映させることにより波長数変動に対応するという方法である。この方法の問題点は急激かつ大きな波長数変動があったときに新しい正しい多重波長数情報を光増幅器が受け取るまで生き残りの波長の信号パワーが大きく増減しエラーの原因になることである。甚だしい場合は受信器の破壊につながることもあり得る。第 2 の方法は、光増幅器制御の基本は AGC とし、伝送路損失変動に対しては受信器のダイナミックスレンジを拡大することで対応する方法である。この方法の問題点は受信器のダイナミックスレンジ拡大には限界があるので伝送路設計が大きな制約を受けるということである。今日の光ネットワークの発展とトラフィックの増大により、WDM システムも図 4 のような単純な Point to Point の構成から、WDM システム同士のタンドム接続、光信号のまま直接分岐挿入 (Add/Drop) を行う OADM (Optical Add/Drop Multiplexing) を用いた分岐のある構成や、Ring 構成などに移りつつある。結果としてダイナミックな多重波長数の変化を伴うネットワーク運

用中の再構成の機会が増えている。またファイバー切断等の不慮の事故で信号断が起こった場合、図 4 の構成では全信号が断になっていたが、OADM を持つシステムなどでは生き残る波長が存在するため、それらの生き残り信号をエラーや瞬断から救わなくてはならない。複数の波長を光増幅する装置において 1 つの波長あたりの光出力レベルを一定に制御する光増幅装置として特開平 9-97941 および特開平 11-215102 には、複数の波長の中、任意の 1 つの波長の光信号に予め定められた周波数で変調が掛けられた光信号を光増幅器に入力し、光増幅器出力では出力の一部を光カプラで分岐し、受光素子により光電気変換し、定められた周波数成分のレベルを検出して光増幅器の利得を制御する技術が記載されているが、監視光として送信器からの複数の波長多重信号光の中の 1 つの波長を用いているため、送信器故障や事故等による信号断が起こった場合や光分岐挿入

(OADM) や光クロスコネクタ等経路を変更するシステムの場合、他の信号に与える影響を回避できない。これに対して、波長多重信号光に信号光とは別に 1 波長の光を多重し、光増幅器出力においてその波長の光レベルが一定になるように光増幅器の利得を制御する方法は、特許第 2787820 号公報に開示されているが、この開示技術では、光増幅器出力において特定の波長の監視光を抽出するために、帯域通過光フィルタを用いるため、監視光波長の厳格な管理を必要とし装置構成が複雑になるという難点を有す。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、以上の問題を解決する光増幅器制御システムを提供することにある。本発明による WDM (波長分割多重) システムは、送信器を出力する波長多重信号光とは別に 1 波長の光を特定の周波数で振幅変調して多重し、光増幅器出力において、変調信号を検出して光増幅器の利得を制御することにより、多重波長数の急激かつ大きな変動と、ファイバー切断等の不慮の事故で信号断が起こった場合の生き残り信号のエラーや瞬断からの救済、の両方に対応できる光増幅器の制御が簡便な構成によって可能となる。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項 1 に係わる発明の光増幅器は、波長多重信号光を光直接増幅する光増幅器であって、低周波信号による強度変調を受けかつ前記波長多重信号光とは異なる波長の光波を光入力端において前記波長多重信号光に多重化する手段と、光出力端から分岐された光出力に含まれる前記低周波信号の振幅が一定になるように前記光増幅器の増幅利得を制御する手段を備えることを特徴とする。また、本発明の請求項 2 に係わる発明の光増幅器は、波長多重信号光と低周波信号による強度変調を受けかつ前記波長多重信号光に多重化された前記波長多重信号光とは異なる波長の光

波とを光直接増幅し、光出力端で分岐された光出力に含まれる前記低周波信号の振幅が一定になるように前記光増幅器の増幅利得を制御する手段を備えることを特徴とする。また、本発明の請求項 3 に係わる発明の光増幅器は、前記請求項 1 に係わる発明に記載の前記低周波信号による強度変調を受けかつ前記波長多重信号光とは異なる波長の光波を光入力端において前記波長多重信号光に多重化する手段が、後方光モニタ手段を有し前記波長多重信号光とは異なる波長の光波を発振するレーザ光源

と、該レーザ光源を前記低周波信号による強度変調を行って駆動する光源駆動手段と、前記後方光モニタ手段の出力から前記低周波信号振幅を検出し該低周波信号振幅が一定となるように前記光源駆動手段を制御する制御手段を備えることを特徴とする。また、本発明の請求項 4 に係わる発明の光増幅器は、前記請求項 1 及び 2 に係わる発明に記載の前記光出力端で分岐された光出力に含まれる前記低周波信号の振幅が一定になるように前記光増幅器の増幅利得を制御する手段が、前記光出力端で分岐された光出力を受光する手段と、前記光増幅器の光増幅を励起する手段と、前記受光手段の出力から前記低周波信号振幅を検出し該低周波信号振幅が一定となるように前記光増幅を励起する手段を制御する制御手段を備えることを特徴とする。また、本発明の請求項 5 に係わる発明の波長多重光通信システムは、縦続に接続された光増幅器を有する波長多重光通信システムであって、前記光増幅器の増幅利得制御用に低周波信号による強度変調を受けかつ前記波長多重信号光とは異なる波長の光波を多重化する手段と、前記複数の光増幅器の各出力端で分岐された光出力に含まれる前記低周波信号の振幅が一定になるように前記光増幅器の増幅利得を制御する手段を備えることを特徴とする。また、本発明の請求項 5 に係わる発明の波長多重光通信システムは、波長異なる複数の信号光を合波する手段と前記請求項 1 に係わる発明に記載の光増幅器を備える光送信器と、前記請求項 2 に係わる発明に記載の光増幅器を備え多段に縦続接続された光中継器と、前記請求項 2 に係わる発明に記載の光増幅器と前記信号光を分波する分波器を有した光受信器を備えることを特徴とする。

【0005】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図 1 に本発明の n 波多重の WDM システム概略図を示す。送信側ターミナル局 1 は n 個の波長変換器 10 と波長の違う n 波の光信号を多重する波長多重器 11、パイロット信号発生器 20、光カプラ 14、光増幅器 13、励起 LD 23、光分岐 15、パイロット信号検出器 21、そして励起 LD 23 の出力パワーレベルを変えることによって光増幅器 13 の利得を変化させる利得制御回路 22 からなる。光伝送路 4 を通って減衰した WDM 信号光を光直接増幅する線形中継局 2 は光増幅器 13、光分岐 15、パイロット信号検出器 2

5

1、利得制御回路22、そして励起LD23からなる。受信側のターミナル局3は光増幅器13、光分岐15、パイロット信号検出器21、利得制御回路22、励起LD23、そして波長分離器12からなる。パイロット信号は光カプラ14によってWDM信号光に合波される。その後、送信側ターミナル局1、各線形中継局2、受信側ターミナル局3の各局において光増幅器13の出力直後で波長 λ_m のパイロット信号のもつ情報を検出し、検出値が常に一定になるように光増幅器13を制御することにより、多重波長数の急激かつ大きな変動と伝送路損失変動の両方に対応する。図2はパイロット信号発生器20の詳細である。光源30は後方光モニタ付きレーザー光源である。後方光モニタの出力に電気のバンドパスフィルタ37を通して抽出したTone信号の振幅が一定になるように、出力パイロット信号変調振幅一定制御回路38が励起光源駆動手段32に変調を掛ける。図3は各局共通の構成を持っている制御フィードバックループの詳細である。フィードバックループは光増幅器13とその出力直後のパイロット信号をモニターするための光分岐15、パイロット信号検出器21、利得制御回路22、そして光増幅器13の励起LD23からなっている。パイロット信号検出器21は受光手段34とパイロット信号に重畳されたTone信号を抽出する電気のバンドパスフィルタ37からなる。利得制御回路22はバンドパスフィルタ37で抽出されたTone信号の振幅をもとに利得を決める検出パイロット信号変調振幅一定制御回路39と、励起LD駆動手段36からなる。

【0006】以下、本実施形態の動作につき説明する。本実施形態では、WDM信号光に送信器外で合波されたパイロット信号光にAM変調して乗せた低周波のTone信号のピーク・トゥ・ピークの波高値レベルを各局光増幅器13の出力直後において常に決められたレベルになるようにレベル一定制御することによって、光増幅器出力段では多重波長数の急激かつ大きな変動や伝送路損失変動にも関わらず、常にWDM信号光の各波長のパワーレベルが一定に保たれる。パイロット信号光は送信側ターミナル局1のパイロット信号発生器20によって作られる。パイロット信号発生器内で出力パイロット信号変調振幅一定制御回路38によって制御が行われているので常に一定レベルの低周波のTone信号が発出している。パイロット信号は光カプラ14によって光増幅器13の光入力端より前でWDM信号光に合波される。各局の光増幅器13の具体的な制御方法は以下の通りである。まず光増幅器13出力直後の光分岐15によって伝送路4から分岐された光はパイロット信号検出器21の受光手段34に入力される。受光手段で検出した電気信

6

号から電氣的なバンドパスフィルタによって低周波のTone信号が抽出され、利得制御回路22の検出パイロット信号変調振幅一定制御回路39に送られる。検出パイロット信号変調振幅一定制御回路39は低周波のTone信号レベルが低くなれば光増幅器13の利得を上げるように、逆に高くなれば利得を下げるように励起LD駆動手段36を通して励起LD23を制御する。

【0007】

【発明の効果】本発明の第1の効果は、送信器出力のWDM信号光とは別のパイロット信号をTone信号によって変調し、そのTone信号レベルが一定となるように光増幅器の利得制御を行っているため、WDM信号光の多重波長数が急変した場合に生じる生き残り波長のサージ状のパワー変動を防止し、エラーや受信器の破壊を防ぐことができる。また、パイロット光の厳格な波長の管理は必要としない。本発明の第2の効果は、伝送路損失変動に応じて光増幅器の利得が自動的に変わるため、伝送路のロスバジェット設計上の制約を緩くできることである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のWDMシステム概略図。

【図2】本発明のパイロット信号発生器。

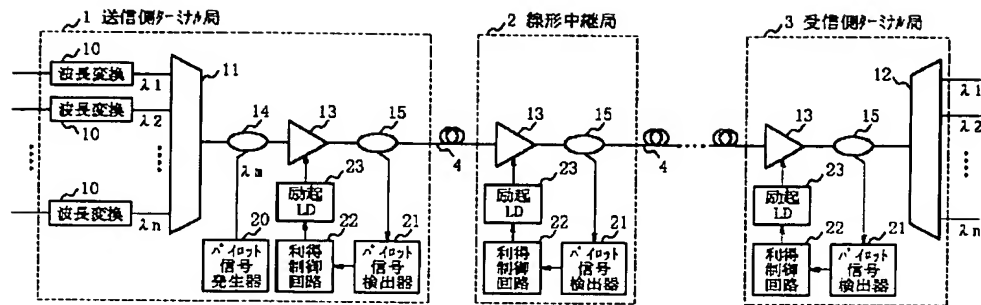
【図3】本発明の光増幅器利得制御フィードバックループ。

【図4】従来のWDMシステム概略図。

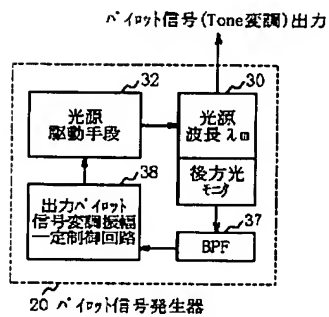
【符号の説明】

- | | |
|----|---------------------|
| 1 | 送信側ターミナル局 |
| 2 | 線形中継局 |
| 3 | 受信側ターミナル局 |
| 4 | 光伝送路 |
| 10 | 波長変換器 |
| 11 | 波長多重器 |
| 12 | 波長分離器 |
| 13 | 光増幅器 |
| 14 | 光カプラ |
| 15 | 光分岐 |
| 20 | パイロット信号発生器 |
| 21 | パイロット信号検出器 |
| 22 | 利得制御回路 |
| 23 | 励起LD |
| 30 | 光源 |
| 32 | 励起光源駆動手段 |
| 36 | 励起LD駆動手段 |
| 37 | 電気のバンドパスフィルタ |
| 38 | 出力パイロット信号変調振幅一定制御回路 |
| 39 | 検出パイロット信号変調振幅一定制御回路 |

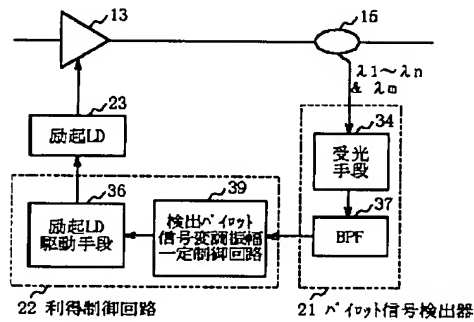
【図 1】



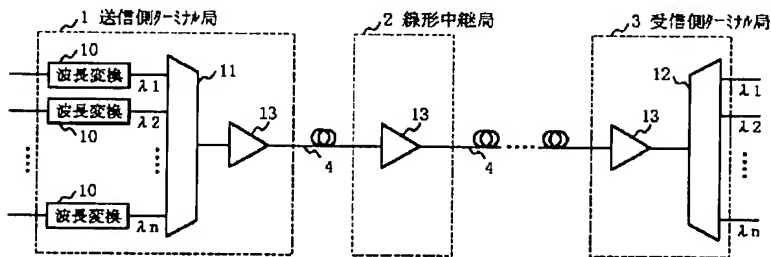
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 4 J 14/00
14/02